

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-266230

(43)Date of publication of application : 28.09.1999

(51)Int.Cl.

H04J 13/00

H04L 7/00

H04L 27/22

(21)Application number : 10-088021

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 17.03.1998

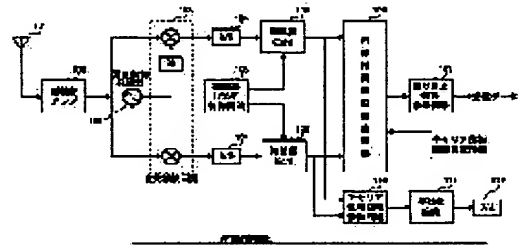
(72)Inventor : NAGASE HIROSHI

(54) RADIO RECEIVER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To correctly perform synchronous detection, even when an AFC error is large as well as to reduce cost.

SOLUTION: This radio receiver is provided with a carrier phase rotation detection circuit 110 for taking out known data cyclically inserted in data and detecting the phase rotation amount of a carrier and an interpolation synchronization detection circuit 106 for reflecting the rotation amount of a carrier phase detected, corresponding to the data part on arithmetic interpolation using a pair of the known data and estimating the transmission line of the data. Thus, since the rotation amount of the carrier phase is reflected on the arithmetic interpolation, a synchronous detection operation can be performed correctly even when an AFC remainder is large without the use of a highly accurate crystal oscillator or a D/A converter for AFC voltage generation of a high resolution.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.08.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-266230

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月28日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

F I

H 0 4 J 13/00

H 0 4 J 13/00

A

H 0 4 L 7/00

H 0 4 L 7/00

C

27/22

27/22

Z

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平10-88021

(22) 出願日

平成10年(1998) 3月17日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 永瀬 拓

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

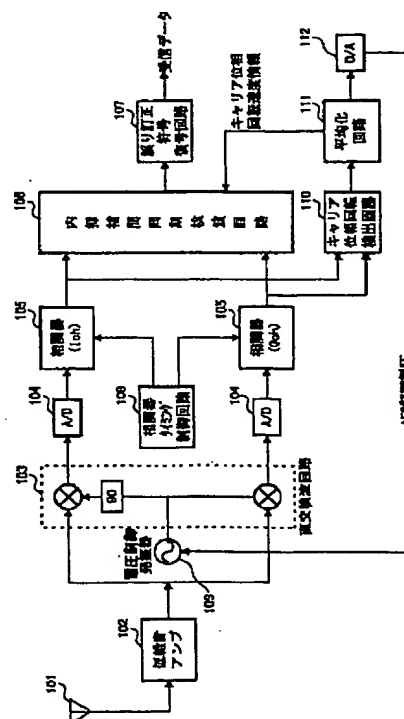
(74) 代理人 弁理士 鷲田 公一

(54) 【発明の名称】 無線受信装置

(57) 【要約】

【課題】 A F C誤差が大きい場合であっても同期検波を正しく行うとともに、コストの低減を図ること。

【解決手段】 データ中に周期的に挿入された既知データを取り出してキャリアの位相回転量を検出するキャリア位相回転検出回路110と、前記データ部分に対応して検出されたキャリア位相の回転量を前記データを挟む一対の既知データを用いた補間演算に反映させて前記データの伝送路を推定する内挿補間同期検波回路106とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 データ中に周期的に挿入された既知データを取り出してキャリアの位相回転量を検出するキャリア位相回転検出手段と、前記データ部分に対応して検出されたキャリア位相の回転量を前記データを挟む一对の既知データを用いた補間演算に反映させて前記データの伝送路を推定する伝送路推定手段とを備えることを特徴とする無線受信装置。

【請求項2】 既知データの伝送路推定値と、キャリア位相の回転量に応じて変化可能な補間直線とを用いて補間を行うことを特徴とする請求項1記載の無線受信装置。

【請求項3】 キャリア周波数を発生させる発振器の発振周波数を固定としたことを特徴とする請求項1又は請求項2記載の無線受信装置。

【請求項4】 前記検出されたキャリア位相の変化情報と所定のしきい値とを比較する比較手段を備え、前記伝送路推定手段は、前記比較結果に応じて1次補間直線又は0次補間直線のいずれか一方を用いて伝送路の推定を行うことを特徴とする請求項1又は請求項2記載の無線受信装置。

【請求項5】 請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の無線受信装置を備えた移動局装置。

【請求項6】 請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の無線受信装置を備えた基地局装置。

【請求項7】 請求項5記載の移動局装置と、請求項6記載の基地局装置とを備え、前記移動局装置と前記基地局装置との間で無線通信を行う移動体無線通信システム。

【請求項8】 データ中に周期的に挿入された既知データを取り出してキャリアの位相回転量を検出し、前記データ部分に対応して検出されたキャリア位相の回転量を前記データを挟む一对の既知データを用いた補間演算に反映させて前記データの伝送路を推定することを特徴とする無線受信方法。

【請求項9】 既知データの伝送路推定値と、キャリア位相の回転量に応じて変化可能な補間直線とを用いて補間を行うことを特徴とする請求項8記載の無線受信方法。

【請求項10】 前記検出されたキャリア位相の変化情報と所定のしきい値とを比較し、この比較結果に応じて1次補間直線又は0次補間直線のいずれか一方を用いて伝送路の推定を行うことを特徴とする請求項9記載の無線受信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車電話・携帯電話等に用いる無線受信装置、特に、スペクトラム拡散方式の無線受信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のスペクトラム拡散方式の無線受信装置について、図4を参照して説明する。図4は、従来のスペクトラム拡散方式の移動通信装置の全体構成を示すブロック図である。

【0003】受信アンテナ101で受信した信号は、低雑音アンプ102で増幅され、直交検波回路103で準同期検波されベースバンド信号に周波数変換される。この周波数変換された信号は、Ich、Qch別々に、A/D変換回路104でデジタル信号に変換され、相関器105で送信時に使用された拡散符号との相関が求められる。相関が求められた信号は、内挿補間同期検波回路106で同期検波され、さらに誤り訂正符号復号回路107で誤り訂正符号の復号が行われて受信データが復調される。データ用相関器105の動作タイミングは、相関器タイミング制御回路108で制御される。電圧制御発振器109は、印加電圧を変化させることによって受信ローカル周波数を変化させる。

【0004】一方、相関器105の出力は、キャリア位相回転検出回路110に入力され、電圧制御発振器109が生成する受信ローカル周波数の誤差によるキャリア位相回転の速度が求められる。また、平均化回路111で時間平均が求められ、D/A変換回路112でアナログ制御電圧に変換されて、このアナログ信号が電圧制御発振器109の制御電圧入力端子に入力される。この制御機構によって、相関器出力におけるキャリア位相回転速度が最低になるように電圧制御発振器の発振周波数が制御される。このように、受信装置の局部発振器の周波数を、自動的に相手の送信装置に対する適正な値に補正する機能をAFC (Automatic Frequency Control) という。

【0005】次に、内挿補間同期検波回路106について説明する。この「内挿補間同期検波」とは、伝送路推定を、周期的に挿入されるパイロットシンボルを利用して行い、パイロットシンボル以外の部分の伝送路推定値は、その前後のパイロットシンボルの伝送路推定値を補間した値で代用する同期検波方法である。「伝送路推定」とは、同期検波でデータを復調するために、瞬間的なキャリア位相や振幅を、パイロットシンボル等を用いて推定することをいい、「補間」とは、一般にサンプル値を表すパルス列から連続した原形波を再現することである。また、「一次補間」とは、前のパイロットシンボルの伝送路推定値と後のパイロットシンボルの伝送路推定値との1次補間直線を計算し、それを挟まれた部分の伝送路推定値とするものであり、0次補間とは、前後のパイロットシンボルの伝送路推定値についての平均を求め、挟まれた部分の伝送路推定値として一律に適用するものである。

【0006】図5は、内挿補間同期検波に対応した受信信号のフレームフォーマットを示す図である。同図に示すように、伝送されるデータ系列の中に周期的に既知シ

ンボルが挿入されている。1次補間動作の内挿補間同期検波では、既知シンボル部分のキャリア位相を求め、既知シンボルで挟まれたデータ部分のキャリア位相は、両側の既知シンボルのキャリア位相について1次補間直線を適用して同期検波を行う。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の無線受信装置においては、ある既知シンボルとその次の既知シンボルまでの時間に、AFC残差等の要因により、キャリア位相が180度以上回転した場合には、1次直線の生成が正しく行われずに挟まれたデータ部分の同期検波出力に誤りが発生するという問題があった。すなわち、キャリア位相回転検出回路110で検出されたキャリア位相回転量が、既知シンボル挿入周期あたり180度未満の場合には、図6(A)に示すように正しい1次補間直線を生成することができるが、キャリア位相回転量が既知シンボル挿入周期あたり180度を超えると、図6(B)に示す破線のような誤った1次補間直線が生成されてしまう。これは、内挿補間同期検波回路106単体では180度以上のキャリア位相回転の検出が不可能だからである。

【0008】このような同期検波出力の誤りに対応するためには高精度のAFCを行う必要があり、キャリア周波数を発生させる発振器に高精度の電圧制御機能を持った水晶発振器を使用しなければならず、また、AFC電圧発生用のD/A変換回路に分解能が高い部品を使用しなければならない。その結果、装置のコストが高くなるという問題点があった。本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、AFC誤差が大きい場合であっても同期検波を正しく行うとともに、コストの低減を図ることができる無線受信装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明者は、無線受信装置において、内挿補間同期検波回路は、180度以上のキャリア位相回転の検出が不可能である一方、キャリア位相回転検出回路は可能である点に着目し、キャリア位相回転速度情報を上記内挿補間同期検波回路に入力することによって正しい1次補間直線を生成させることができることを見出し、本発明をするに至った。

【0010】すなわち、本発明は、無線受信装置において、キャリア位相回転検出回路が検出したキャリア位相回転速度情報を内挿補間同期検波回路に入力し、このキャリア位相回転速度情報に応じて既知シンボル部分のキャリア位相に180度を加算することに特徴がある。

【0011】また、電圧制御発振器の変わりに、固定周波数発振器を設けたことに特徴がある。

【0012】また、キャリア位相回転速度の大小に応じて0次補間又は1次補間のいずれかを選択することに特徴がある。

【0013】これにより、既知シンボル挿入周期におけるキャリア位相回転が180度以上であっても、同期検波用の1次補間直線を正しく生成することができる。

【0014】すなわち、本発明者は、上述した課題を解決すると共に、受信装置の消費電力の削減を通じて、電池の延命化を図り、受信装置を長時間稼働させることを可能とした。

【0015】

【発明の実施の形態】請求項1記載の無線受信装置の発明は、データ中に周期的に挿入された既知データを取り出してキャリアの位相回転量を検出するキャリア位相回転検出手段と、前記データ部分に対応して検出されたキャリア位相の回転量を前記データを挟む一对の既知データを用いた補間演算に反映させて前記データの伝送路を推定する伝送路推定手段とを備える構成を採る。また、請求項8記載の無線受信方法の発明は、データ中に周期的に挿入された既知データを取り出してキャリアの位相回転量を検出し、前記データ部分に対応して検出されたキャリア位相の回転量を前記データを挟む一对の既知データを用いた補間演算に反映させて前記データの伝送路を推定する構成を採る。

【0016】これらの構成により、補間演算にキャリア位相の回転量を反映させることができるため、高精度の水晶発振器や分解能の高いAFC電圧発生用のD/A変換器を用いることなくAFC残差が大きい場合でも同期検波動作を正しく行うことができる。

【0017】また、請求項2記載の発明は、請求項1記載の無線受信装置において、既知データの伝送路推定値と、キャリア位相の回転量に応じて変化可能な補間直線とを用いて補間を行う構成を採る。また、請求項9記載の無線受信方法の発明において、既知データの伝送路推定値と、キャリア位相の回転量に応じて変化可能な補間直線とを用いて補間を行う構成を採る。

【0018】これらの構成により、内挿補間同期検波を行う際、キャリア位相の1次補間直線を生成する範囲を既知シンボル挿入周期あたり180度を超える範囲にまで拡張することができるため、AFC残差が大きい場合であっても正しい内挿補間同期検波を行うことが可能となる。

【0019】また、請求項3記載の発明は、請求項1又は請求項2記載の無線受信装置において、キャリア周波数を発生させる発振器の発振周波数を固定とした構成を採る。

【0020】この構成により、キャリア周波数を発生させる発振器の電圧制御機能が不要となると共に、AFC用のD/A変換器が不要となるため、コストの低減を図ることができる。

【0021】また、請求項4記載の発明は、請求項1又は請求項2記載の無線受信装置において、前記検出されたキャリア位相の変化情報と所定のしきい値とを比較す

る比較手段を備え、前記伝送路推定手段は、前記比較結果に応じて1次補間直線又は0次補間直線のいずれか一方を用いて伝送路の推定を行う構成を採る。また、請求項10記載の発明は、請求項9記載の無線受信方法の発明において、前記検出されたキャリア位相の変化情報と所定のしきい値とを比較し、この比較結果に応じて1次補間直線又は0次補間直線のいずれか一方を用いて伝送路の推定を行う構成を採る。

【0022】これらの構成により、キャリア位相回転速度がしきい値よりも小さい場合には演算量の少ない0次補間直線を用いて受信装置の消費電力を低減させることができると共に、キャリア位相回転速度がしきい値よりも大きい場合には、1次補間直線を用いて高速な位相変化に追従させることができるため、キャリア位相回転速度が小さい場合にはより演算量の少ない0次補間に処理を切替え、受信装置の消費電力の削減を通じて、電池の延命化を図り、受信装置を長時間稼働させることができる。

【0023】また、請求項5記載の移動局装置の発明は、請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の無線受信装置を備える。また、請求項6記載の基地局装置の発明は、請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の無線受信装置を備える。

【0024】これらの構成により、補間演算にキャリア位相の回転量を反映させることができるため、高精度の水晶発振器や分解能の高いAFC電圧発生用のD/A変換器を用いることなくAFC残差が大きい場合でも同期検波動作を正しく行うことができると共に、装置の低コスト化を図ることが可能となる。

【0025】また、請求項7記載の発明は、請求項5記載の移動局装置と、請求項6記載の基地局装置とを備え、前記移動局装置と前記基地局装置との間で無線通信を行う構成を採る。

【0026】この構成により、受信動作については、補間演算にキャリア位相の回転量を反映させることができるため、高精度の水晶発振器や分解能の高いAFC電圧発生用のD/A変換器を用いることなくAFC残差が大きい場合でも同期検波動作を正しく行うことができる。

【0027】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して具体的に説明する。なお、図4に示す従来の技術と同一の機能を有する部分については、同一の符号を付すこととする。

【0028】(実施の形態1) 図1は、本発明の実施の形態1に係る無線受信装置の全体構成を示すブロック図である。本発明の実施の形態1に係る無線受信装置は、平均化回路111から内挿補間同期検波回路106へキャリア位相回転速度情報が伝達される構成を採る。

【0029】受信アンテナ101で受信した信号は、低雑音アンプ102で増幅され、直交検波回路103で準同期検波されベースバンド信号に周波数変換される。こ

の周波数変換された信号は、Ich、Qch別々に、A/D変換回路104でデジタル信号に変換され、相關器105で送信時に使用された拡散符号との相關が求められる。相關が求められた信号は、内挿補間同期検波回路106で同期検波され、さらに誤り訂正符号復号回路107で誤り訂正符号の復号が行われて受信データが復調される。データ用相關器105の動作タイミングは、相關器タイミング制御回路108で制御される。電圧制御発振器109は、印加電圧を変化させることによって受信ローカル周波数を変化させる。

【0030】一方、相關器105の出力は、キャリア位相回転検出回路110に入力され、電圧制御発振器109が生成する受信ローカル周波数の誤差によるキャリア位相回転の速度が求められる。また、平均化回路111で時間平均が求められ、D/A変換回路112でアナログ制御電圧に変換されて、このアナログ信号が電圧制御発振器109の制御電圧入力端子に入力される。この制御機構によって、相關器出力におけるキャリア位相回転速度が最低になるように電圧制御発振器の発振周波数が制御される。

【0031】次に、内挿補間同期検波回路106について説明する。図5は、内挿補間同期検波に対応した受信信号のフレームフォーマットを示す図である。同図に示すように、伝送されるデータ系列の中に周期的に既知シンボルが挿入されている。1次補間動作の内挿補間同期検波では、既知シンボル部分のキャリア位相を求め、既知シンボルで挟まれたデータ部分のキャリア位相は、両側の既知シンボルのキャリア位相について1次補間直線を適用して同期検波を行う。

【0032】ここで、キャリア位相回転検出回路110で検出されたキャリア位相回転速度情報を、内挿補間同期検波回路106へ入力する。これにより、内挿補間同期検波回路106が、内挿補間同期検波を行う際、キャリア位相の1次補間直線の生成範囲を、既知シンボル挿入周期あたり180度を超える範囲にまで拡張する演算を行う。

【0033】従来の無線受信装置では、キャリア位相回転検出回路110で検出されたキャリア位相回転量が、既知シンボル挿入周期あたり180度未満の場合には、図6(A)に示すように正しい1次補間直線を生成することができるが、キャリア位相回転量が既知シンボル挿入周期あたり180度を超えると、キャリア位相回転検出回路110で検出されたキャリア位相回転速度情報を用いない場合には、図6(B)に示す破線のような誤った1次補間直線が生成できてしまっていた。これは、内挿補間同期検波回路106単体では180度以上のキャリア位相回転の検出が不可能だからである。

【0034】これに対し、本発明の実施の形態1に係る無線受信装置では、キャリア位相回転検出回路110で検出されたキャリア位相回転速度情報を、内挿補間同期

検波回路106に入力することによって、キャリア位相回転検出回路110で検出されたキャリア位相回転量が既知シンボル挿入周期あたり180度を超える場合には、内挿補間同期検波回路106で求めた既知シンボル部分のキャリア位相に180度を加算する。これにより、正しい1次補間直線を生成することが可能となる。

【0035】また、キャリア位相回転検出回路110で検出されたキャリア位相回転量が、既知シンボル挿入周期あたり180度の n 倍の場合には、内挿補間同期検波回路106で求めた既知シンボル部分のキャリア位相に180度の n 倍を加算することによって、さらに大きなキャリア位相回転量に対応することが可能である。

【0036】次に、AFCの動作について説明する。キャリア位相回転検出回路110では、電圧制御発振器109で生成される受信ローカル周波数の誤差によるキャリア位相回転の速度が求められる。さらに、平均化回路111で時間平均が求められ、D/A変換回路112でアナログ制御電圧に変化されて電圧制御発振器109の制御電圧入力端子に入力される。この制御機構により、相関器105の出力におけるキャリア位相回転速度が最低になるように電圧制御発振器109の発振周波数が制御される。

【0037】次に、キャリア位相回転検出回路110の動作について説明する。データ変調方式がQPSK変調の場合、準同期検波された受信信号はI、Q平面上の90度ずつ離れた4点に現れる。これらの点をデータシンボル毎に90度の整数倍の角度で回転させ、常に同じ角度の点に集まるように操作する。この操作を行うと、受信ローカル信号の周波数が送信機の搬送波周波数と等しい場合には、完全に1点に重なるが、受信ローカル周波数に誤差がある場合には1シンボル時間毎のキャリア位相回転の分だけずれた角度で重なることになる。このずれの角度がデータ変調による位相の変化に比べて小さければ、このずれの角度から1シンボル当たりの位相回転角度を求めることができ、受信ローカル信号の周波数誤差を計算することが可能である。

【0038】以上のように、本発明の実施の形態1に係る無線受信装置によれば、AFC残差が大きい場合であっても、キャリア位相回転検出回路110で検出されたキャリア位相回転量が、内挿補間同期検波回路106へ入力され、このキャリア位相回転量に応じて既知シンボルのキャリア位相に180度が加算されるので、高精度のAFCを行うことなく1次補間直線を適正に生成することができ、データ部分の同期検波出力に誤りが発生する事態を防止することができる。また、高精度の電圧制御機能を持つ水晶発振器や、高分解能のD/A変換機を必要とすることなく誤りの発生を防止することができるため、コストの低減を図ることができる。

【0039】(実施の形態2) 次に、本発明の実施の形態2に係る無線受信装置について図2を参照して説明す

る。図2は、本発明の実施の形態2に係る無線受信装置の全体構成を示すブロック図である。同図に示すように、実施の形態2では、図1に示す実施の形態1における電圧制御発振器109に代えて、固定周波数発振器201を設けた。この固定周波数発振器201は、一定の周波数のみを発振するものであるが、この実施の形態2は、固定周波数発振器201の発振周波数精度が比較的良好であって、キャリア位相回転検出回路110で検出できる範囲内にキャリア位相回転量が抑えられている場合に適用可能である。例えば、情報変調にQPSKが用いられている場合、情報変調により0度、90度、180度、270度の点に受信信号が現れるので、1シンボル時間におけるキャリア位相の回転量が-45度から+45度の範囲までの検出ができる。前記の「キャリア位相回転検出回路110で検出できる範囲」とは、この範囲のことをいう。

【0040】このように、1シンボル単位でのキャリア位相を推定して同期検波を行うことにより、受信ローカル発振器の周波数ずれによるキャリア位相の変動を、内挿補間同期検波回路106でキャンセルすることとなるため、結果的にAFCを行っているのと同じ効果が得られ、AFC用のD/A変換機112と、電圧制御発振器109のような電圧制御機能は不要となり、さらにコストの低減を図ることができる。

【0041】(実施の形態3) 次に、本発明の実施の形態3に係る無線受信装置について図3を参照して説明する。図3は、本発明の実施の形態3に係る無線受信装置の全体構成を示すブロック図である。図3に示すように、実施の形態3では、図1に示す実施の形態1における内挿補間同期検波回路106と平均化回路111との間に、キャリア位相回転速度情報と所定のしきい値とを比較するしきい値比較回路301を設けた。その他の構成については実施の形態1と同様である。

【0042】次に、本発明の実施の形態3に係る無線受信装置の動作について説明する。内挿補間同期検波を行う際、キャリア位相回転検出回路110で検出されたキャリア位相回転速度情報を、しきい値比較回路301に入力する。しきい値比較回路301は、キャリア位相回転速度が所定のしきい値よりも小さい場合は、演算量が少なくて済む0次補間を行うべき信号を、キャリア位相回転速度情報と共に内挿補間同期検波回路106へ出力する。一方、キャリア位相回転速度が所定のしきい値よりも大きい場合は、高速な位相変化に追従させるため1次補間を行うべき信号を内挿補間同期検波回路106へ出力する。

【0043】以上のように、本発明の実施の形態3に係る無線受信装置によれば、キャリア位相回転速度の大小に応じて、0次補間又は1次補間のいずれか一方を選択することができるため、キャリア位相回転速度が小さい場合は、演算量が少ない0次補間を行うことによって、

受信装置の消費電力の削減を通じて電池の延命化、稼働時間の長期化を図ることができる。

【0044】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、補間演算にキャリア位相の回転量を反映させることができるため、高精度の水晶発振器や分解能の高いAFC電圧発生用のD/A変換器を用いることなくAFC残差が大きい場合でも同期検波動作を正しく行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係る無線受信装置の全体構成を示すブロック図

【図2】本発明の実施の形態2に係る無線受信装置の全体構成を示すブロック図

【図3】本発明の実施の形態3に係る無線受信装置の全体構成を示すブロック図

【図4】従来の無線受信装置の全体構成を示すブロック図

【図5】内挿補間同期検波におけるのフレームフォーマットを示す図

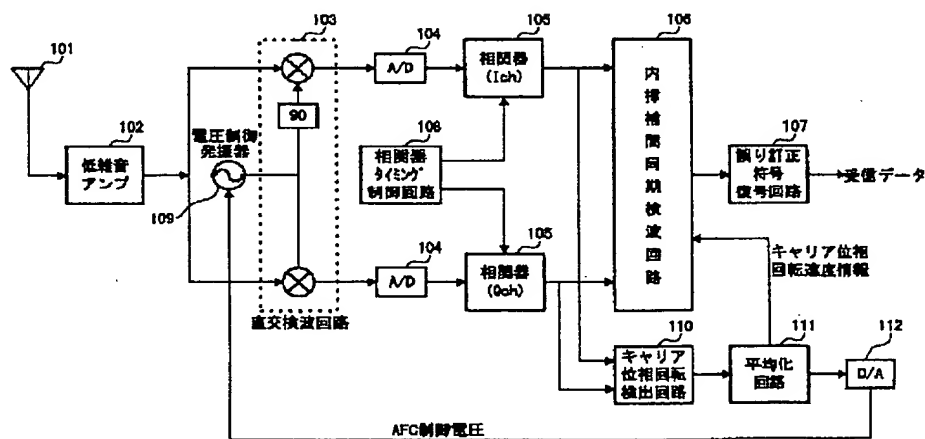
【図6】(A) キャリア位相回転量が180度未満の場合の内挿補間同期検波における1次補間直線を示す図

(B) キャリア位相回転量が180度以上の場合の内挿補間同期検波における1次補間直線を示す図

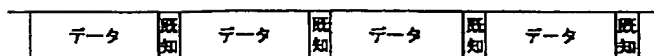
【符号の説明】

- 101 受信アンテナ
- 102 低雑音アンプ
- 103 直交検波回路
- 104 A/D変換回路
- 105 相関器
- 106 内挿補間同期検波回路
- 107 誤り訂正符号復号回路
- 108 相関器タイミング制御回路
- 109 電圧制御発振器
- 110 キャリア位相回転検出回路
- 111 平均化回路
- 112 D/A変換回路
- 201 固定周波数発振器
- 301 しきい値比較回路

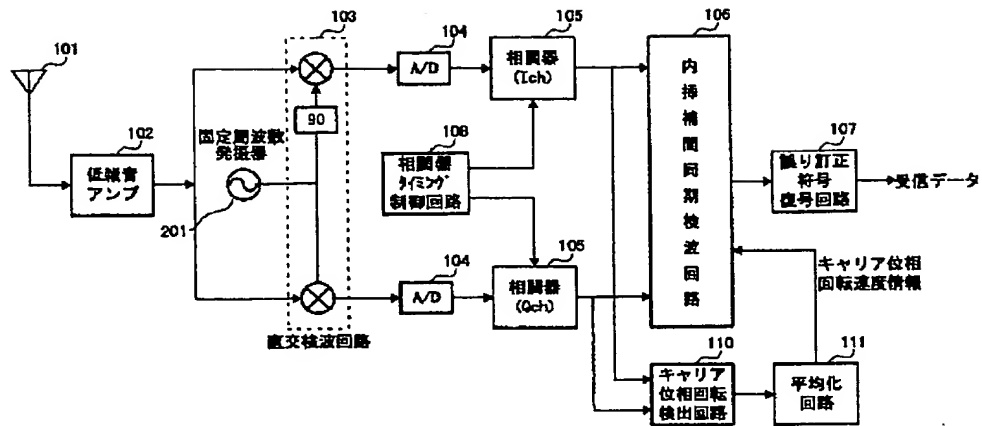
【図1】



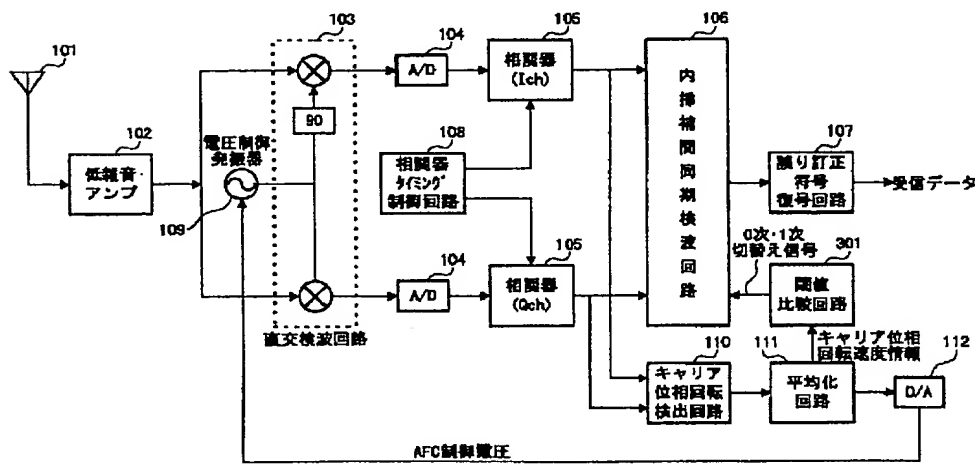
【図5】



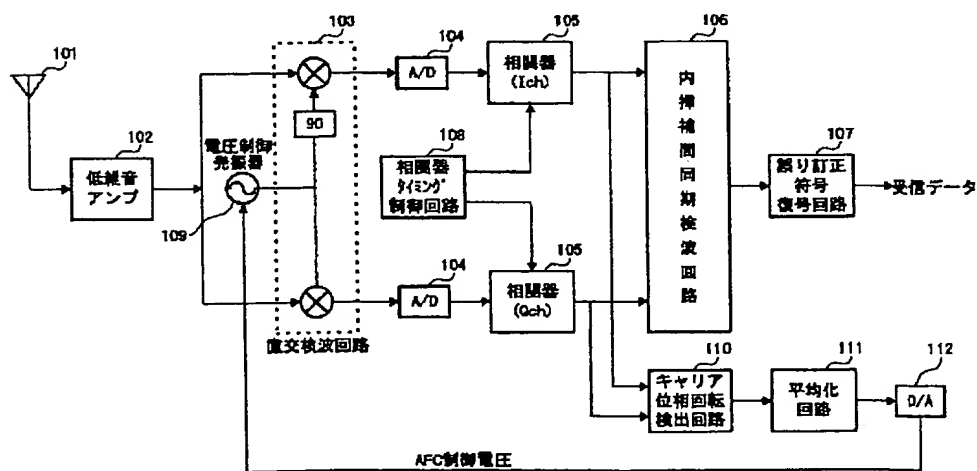
【図2】



【図3】



【図4】



【図6】

